

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-273294

(43)Date of publication of application : 26.09.2003

(51)Int.Cl.

H01L 23/36

(21)Application number : 2003-001015

(71)Applicant : NITTO DENKO CORP

(22)Date of filing : 07.01.2003

(72)Inventor : SUEHIRO ICHIRO
HARADA NORIAKI
HOTTA YUJI

(30)Priority

Priority number : 2002002379

Priority date : 09.01.2002

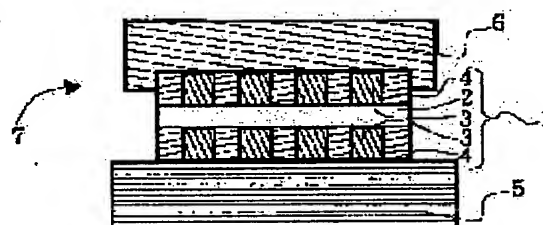
Priority country : JP

(54) THERMAL CONDUCTIVE SHEET AND SEMICONDUCTOR DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thermal conductive sheet which, even at low pressure whereby a large-sized semiconductor element is hard to crack, can be adhered properly to the semiconductor element and a radiator plate to obtain excellent thermal conductivity, and to provide a semiconductor device using the sheet.

SOLUTION: In a thermal conductive sheet 1, a plurality of metal projections 3 are disposed on at least one surface of metal foil 2, and at least a part of clearances between the plurality of metal projections 3 is filled with a resin 4, and the resin 4 is heated and/or pressurized to be melted and/or to be made to flow, thereby having an adhesion function. In a semiconductor device 7, at least a semiconductor element 5 and a radiator plate 6 are adhered to the thermal conductive sheet 1.



1 熱伝導シート
2 金属箔
3 金属凸状物
4 樹脂

5 半導体素子
6 放熱板
7 半導体装置

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-273294

(P2003-273294A)

(43)公開日 平成15年9月26日(2003.9.26)

(51)IntCl.

識別記号

F I

データベース(参考)

H 0 1 L 23/36

H 0 1 L 23/36

D 5 F 0 3 6

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願2003-1015(P2003-1015)

(22)出願日 平成15年1月7日(2003.1.7)

(31)優先権主張番号 特願2002-2379(P2002-2379)

(32)優先日 平成14年1月9日(2002.1.9)

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000003964

日東電工株式会社

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号

(72)発明者 末▲ひろ▼ 一郎

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(72)発明者 原田 憲章

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(74)代理人 100080791

弁理士 高島 一

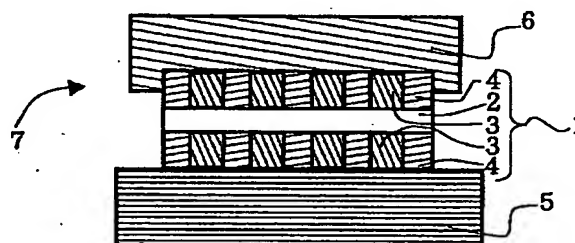
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 熱伝導シートおよびこれを用いた半導体装置

(57)【要約】

【課題】 大型の半導体素子が割れ難いような低圧力であっても、半導体素子および放熱板へ良好に接着し、かつ、良好な熱伝導性が得られる熱伝導シート、および該シートを用いた半導体装置を提供すること。

【解決手段】 金属箔2の少なくとも片面に複数の金属凸状物3が配置されており、それら複数の金属凸状物3の間隙の少なくとも一部を樹脂4が満たしており、該樹脂4は加熱および/または加圧することにより、熔融および/または流動することによって接着機能を有するものである熱伝導シート1、および当該熱伝導シート1に、少なくとも半導体素子5と放熱板6とを接着してなる半導体装置7。



1 熱伝導シート

2 金属箔

3 金属凸状物

4 樹脂

5 半導体素子

6 放熱板

7 半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属箔の少なくとも片面に複数の金属凸状物が配置されており、それら複数の金属凸状物の間隙の少なくとも一部を樹脂が満たしており、該樹脂は加熱および／または加圧することにより、熔融および／または流動することで接着機能を有するものである、熱伝導シート。

【請求項2】 上記金属箔の表裏両面に複数の金属凸状物が配置されている、請求項1に記載の熱伝導シート。

【請求項3】 上記金属凸状物が、150℃～300℃で軟化して他の金属と金属接合する金属からなる、請求項1または2に記載の熱伝導シート。

【請求項4】 上記金属凸状物の各々の形状が、円柱、四角柱または球状である、請求項1～3のいずれかに記載の熱伝導シート。

【請求項5】 上記金属箔の表裏両面の全表面積の20%～75%の面積の領域に上記金属凸状物が配置されている、請求項1～4のいずれかに記載の熱伝導シート。

【請求項6】 請求項1～5のいずれかに記載の熱伝導シートを介して、少なくとも半導体素子と放熱板とを接着した半導体装置。

【請求項7】 上記放熱板が金属からなり、上記熱伝導シートを構成する複数の金属凸状物の少なくとも一部と該放熱板とが金属接合している、請求項6に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体素子で発生する熱を放熱板（熱放散板、ヒートスプレッド等）へ効率よく伝える熱伝導シート、およびこれを組み込んだ半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子の高密度化・高性能化に伴い、半導体素子から発生する熱の影響が、半導体装置および半導体装置を組み込んだ電子機器の設計の自由度を狭める一要因になっている。そのような熱の影響を軽減するための一手段として、作動時に半導体素子から発生する熱を、熱伝導シートを介して半導体素子の外側の放熱板に効率よく伝える方法が挙げられる。そのような方法により、半導体素子の高温化を防ぎ、高温動作不良を低減させることが期待される。

【0003】従来の熱伝導シートとしては、金属箔の片面または両面に、熱伝導性物質を含むシリコン樹脂組成物の硬化物を積層してなる放熱シート（熱伝導シート）が記載されている（特許文献1参照）。該シートは半導体素子への密着性には優れるが、熱の伝導性が十分でなく、多量の熱量を発生する高密度化した半導体素子への使用には不向きである。

【0004】別の従来技術として、本発明者らは、異方導電性フィルムを熱伝導シートとして用いることを提案

した（特許文献2参照）。該熱伝導シートは、上記特開平6-291226号公報に記載の熱伝導シートに比べ、熱伝導性の点では優れていた。しかし、当該異方導電性フィルムは、半導体素子への密着性が十分ではない。そのため、半導体素子が大きい場合（例えば、1辺が10mm以上）には、接着時に加圧する際、該半導体素子の反りに起因する応力の集中が生じて半導体素子が割れてしまうという問題点がある。

【0005】

【特許文献1】特開平6-291226号公報

【特許文献2】特許第3179503号公報

【0006】半導体素子の反りの問題は、例えば、1辺が10mm以上の大型の半導体素子の場合に顕在化する。半導体素子の反りの程度は、デバイスの種類、半導体素子のサイズ、半導体素子の厚みによっても異なるが、1辺が20mmの半導体素子で150μm程度の反りになる場合もある。反りを有する半導体素子と放熱板とを熱伝導シート（放熱シート）を介して加圧により接着する際には、該加圧の応力が集中して、半導体素子が割れてしまう可能性がある。このため、加圧力は1MPa以下、通常は0.5MPa程度が好ましい。したがって、大型の半導体素子にも用い得るために、このような低圧の加圧力であっても、半導体素子と熱伝導シートとの間および放熱板と熱伝導シートとの間で、十分な接着性が得られるような熱伝導シートが求められていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこのような実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、大型の半導体素子が割れ難いような低圧力であっても、半導体素子および放熱板へ良好に接着し、かつ、良好な熱伝導性が得られる熱伝導シートを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、以下の特徴を有する。

(1) 金属箔の少なくとも片面に複数の金属凸状物が配置されており、それら複数の金属凸状物の間隙の少なくとも一部を樹脂が満たしており、該樹脂は加熱および／または加圧することにより、熔融および／または流動することで接着機能を有するものである、熱伝導シート。

(2) 上記金属箔の表裏両面に複数の金属凸状物が配置されている、(1)に記載の熱伝導シート。

(3) 上記金属凸状物が、150℃～300℃で軟化して他の金属と金属接合する金属からなる、(1)または(2)に記載の熱伝導シート。

(4) 上記金属凸状物の各々の形状が、円柱、四角柱または球状である、(1)～(3)のいずれかに記載の熱伝導シート。

(5) 上記金属箔の表裏両面の全表面積の20%～75%の面積の領域に上記金属凸状物が配置されている、(1)～(4)のいずれかに記載の熱伝導シート。

(6) (1) ~ (5) のいずれかに記載の熱伝導シートを介して、少なくとも半導体素子と放熱板とを接着した半導体装置。

(7) 上記放熱板が金属からなり、上記熱伝導シートを構成する複数の金属凸状物の少なくとも一部と該放熱板とが金属接合している、(6)に記載の半導体装置。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を適宜参照して、本発明に係る熱伝導シートおよび半導体素子を説明するが、本発明は図面に記載された態様に限定されるわけではない。図1に示すように、本発明に係る熱伝導シート1

10

【0010】1. 金属箔

本発明に係る熱伝導シート1には、当該技術分野で公知の金属箔2を用いることができるが、銅箔が好ましく用いられる。それは、後述する金属凸状物3の加工が容易になるためである。すなわち、金属凸状物3は、通常、メッキ処理もしくはエッチング処理により形成されるが、この際、金属箔2として銅箔を用いることで、従来のプロセスを容易に利用することができるためである。

20

【0011】金属箔2の厚みは入手し易さやコスト等の観点から、通常10 μ m~100 μ mの範囲内で選択されるが、金属凸状物3の形成時のハンドリングのしやすさ、金属箔2自体の（変形に対する）追従性を考慮して20 μ m~70 μ mが好ましく、30 μ m~40 μ mがより好ましい。

【0012】金属箔2は後述の金属凸状物3と組合せることによって、本発明に係る熱伝導シート1が従来の熱伝導シートに比べて格段に優れた熱伝導性を有することにおける重要な役割を果たす。当該役割を果たす作用機構については、後述の金属凸状物3の説明において詳述する。

30

【0013】2. 金属凸状物

金属凸状物3は、金属箔2の少なくとも片面、好ましくは表裏両面に、複数個配置される。

【0014】本発明に係る熱伝導シート1の使用時には、図3に示すように、半導体素子（すなわち発熱体）5および/または放熱板6の表面に、この金属凸状物3の頂上部の表面が直接接触して、効率よく熱を伝達し得る。具体的には、半導体素子5から発生した熱は、該半導体素子5に接触する金属凸状物3を介して、金属箔2に伝達されて、金属箔2の全面に広がる。そして、金属箔2から放熱板6へは全面で伝熱される。これにより、半導体素子5における局所的な発熱に対して、放熱板6への放熱は全面で効率よく行われ得る。このように、本発明に係る熱伝導シート1は、金属箔2と金属凸状物3とを併せ持つことで従来の熱伝導シートよりも格段に優れた熱伝導性を示し、かつ、半導体素子5の反りに対する追従性（金属箔2に由来する）も向上し得るのであ

50

る。

【0015】上記の作用を鑑みれば、金属凸状物3は、金属箔2の片面のみではなく、両面に配置されるのが好ましい。しかし、半導体素子5の発熱の程度、コスト等を考慮して、金属箔2の片面のみに配置してもよい。

【0016】金属凸状物3の形状には特に制限はなく、例えば、球状、円柱状、円錐状、四角柱状、立方体などから選択されるが、熱伝導性、加工性、接触安定性の観点から球状や円柱状が好ましい。ここで、球状とは、完全な球のみならず、金属凸状物3の一部が球面である場合（例：金属凸状物3が半球状である場合、金属凸状物3の先端部のみが曲面となっている場合等）をも含む。金属凸状物3が円柱状または四角柱状である場合、その太さ（直径または一辺の長さ）およびピッチ（隣接する金属凸状物3の中心同士の距離）は、接触面との追従性を得るため、通常 ϕ （または \square ）0.05~0.9であり、ピッチが0.07mm~1mmであるが、接触面との追従性をより得やすい点から、 ϕ （または \square ）0.05~0.5であり、ピッチが0.07mm~0.6mmであることが好ましい。本明細書では、JIS Z8317に従い、「 ϕ 」は円の直径を、「 \square 」は正方形の1辺の長さを、それぞれミリメートル単位で表す記号として用いる。金属凸状物3の高さは、低すぎると、発熱面（すなわち半導体素子5）、放熱面（すなわち放熱板6）の反りや粗さ等による高低差に対する追従性が低下し、また、高すぎると熱抵抗率が高くなることから、通常10 μ m~150 μ m、好ましくは50 μ m~70 μ mの範囲である。

【0017】金属凸状物3を形成する方法は特に限定はなく、従来からプリント基板等に使用されるプロセスを用いてもよい。具体例として、金属箔2の表面を、例えば、エッチングなどによって、選択的に除去することで、金属凸状物3を形成するプロセス、もしくは、金属箔2に、選択的にメッキすることなどによって金属凸状物3を形成するプロセス、もしくは、はんだなどを含有したペースト状流動物をスクリーン印刷により配置するプロセス等が挙げられる。メッキによる金属凸状物3の形成においては、ニッケルメッキ、錫メッキ、銅メッキ、金メッキ、はんだメッキなどが選択される。半導体素子5の反りに対する追従性を考慮すると、圧力に対して、容易に変形し得る、錫メッキ、金メッキ、はんだメッキが好ましい。

【0018】金属凸状物3の材質のより好ましい態様として、150℃~300℃で軟化して他の金属と金属接合し得る金属（はんだ、銅等）を挙げることができる。ここで、「他の金属」とは、後述する放熱板6に用い得る金属であれば特に種類は問わず、銅、ニッケル等が例示される。このような材質の金属凸状物3を有する熱伝導シート1と金属製の放熱板6とを用いた場合には、両者を加熱（さらに、必要に応じ加圧）することにより両

者の間に金属接合を形成することができる。ここで、金属接合とは、溶融合接を意味し、一般的な溶接などで実現される接合である。金属接合においては、少なくとも金属凸状物3が溶融すればよく、放熱板6は溶融してもしなくてもよい。金属接合の典型例として熱軟化したはんだと金属との接合を挙げることができる。このように、金属接合の形成により、放熱板6と熱伝導シート1との接触性を良好にすることで、熱伝導効率をさらに向上させることも可能となる。

【0019】金属凸状物3は、金属箔2の表面積（表裏両面の合計）の20%～75%の面積を占めるのが好ましく、35%～50%の面積を占めるのがより好ましい。これは、金属凸状物3の占める割合が多いほど熱伝導性が向上する一方、金属凸状物3の占める割合が小さいほど半導体素子5の反りといった変形に追従し易いことによる。

【0020】3. 樹脂

金属凸状物3の間隙に入れる樹脂4は熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂であって、加熱および／または加圧することにより、溶融および／または流動することで接着機能を有する樹脂である。ここで、加熱および／または加圧とは、70℃～250℃に加熱および／または0.5 MPa～1.0 MPaに加圧することを意味し、接着機能を有するとは、他の固体（即ち、半導体素子5、放熱板6）と接着し得ることをいう。このような樹脂4を用いることにより、結果として低圧力で半導体素子5および放熱板6へ接着し得ることになり、半導体素子の損傷を防ぐことが期待される。樹脂4の接着力が十分であれば圧接は不要であるが、そうでない場合は、半導体素子と放熱板との間に配置したクランプを使用して圧接を加えてもよい。

【0021】本発明に用いる樹脂4の具体例としては、熱可塑性ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリアミド樹脂、シリコン樹脂、フェノキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリカルボジイミド樹脂、フッ素樹脂、ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂等を挙げることができる。

【0022】金属凸状物3の間隙へ樹脂4を入れる方法としては、低粘度で流動性を有する液状の樹脂4を塗布して、スキージーなどを用いて金属凸状物3の頂上の表面より上部の樹脂4をかき取り、間隙内のみに樹脂4を残す方法、または、金属凸状物3の間隙に十分に埋まる体積を有するシート状樹脂を当該間隙に挿入して加熱および／または加圧することで、樹脂4を溶融および／または流動させて、金属凸状物3を該樹脂4を貫通して半導体素子5および／または放熱板6へ接触せしめ、さらに樹脂4を半導体素子5および／または放熱板6に接着せしめる方法等が挙げられるが、これらに限定されない。

【0023】樹脂4は、図1に示すように、複数の金属凸状物3の全ての間隙を満たしていてもよいし、図2に

示すように、一部の間隙を満たしていてもよい。但し、熱伝導シート1のうち、半導体素子5と接着する面の間隙は全て樹脂で満たされていることが接着性の向上の点から好ましい。一方、放熱板6と接着する面については、例えば、上述のように金属凸状物3と放熱板6とが金属接合する場合には、十分な接着性（接合性）が得られることが多いので、必ずしも樹脂4で満たさなくてもよい。

【0024】以上のようにして得られた熱伝導シート1と、半導体素子5および放熱板6との接着は、例えば、フリップチップボンダーのような接着に用いられる公知の装置を使用すること等で達成される。このようにして、図3に示すように、熱伝導シート1を介して半導体素子5と放熱板6とを接着した半導体装置7を得ることができる。該半導体装置7は、熱伝導シート1、半導体素子5および放熱板6以外の他の要素（ヒートシンク、放熱ファン等）をさらに有していてもよい。

【0025】半導体素子5の形状、大きさは特に限定はないが、従来の熱伝導シート等を適用するのが困難であった大型で加圧により割れ易い半導体素子5に対しても本発明の熱伝導シート1を容易に適用することができる。ここで、半導体素子5が大型であるとは、面積が100 mm²以上（例えば、1辺が10 mm以上の正方形、好ましくは1辺が15～25.4 mmの正方形）であることをいう。

【0026】

【実施例】以下、各実施例に基づいて、本発明についてさらに詳細に説明するが、本発明は実施例のみに限定されるものではない。

【0027】（実施例1）金属箔2としての、縦15 mm、横15 mm、厚み70 μmの電解銅箔（三井金属工業製Super HTE）の表裏両面に直径0.47 mm、ピッチ0.6 mm、深さ20 μmのエッチング処理を施して円柱状の金属凸状物3（バンプ）を形成した。この処理により、金属箔2の全表面積の49%を金属凸状物3が占めることになった。当該バンプの間隙に熱可塑性樹脂であるポリカルボジイミド樹脂4（熱軟化温度120℃、ベース濃度32%、トルエン希釈）を流し、スキージーで表面をかきとることで、バンプの間隙に埋め込んでから、120℃、1分間加温し、硬化させた。その後、平面精密研磨でバンプ表面を樹脂4から露出させて熱伝導シート1を得た。その後、図3に示すように放熱板6としてのヒートスプレッド（銅製、厚み1.5 mm、20 mm四方）と半導体素子5（15 mm四方）で上記熱伝導シート1を挟んで、230℃、0.5 MPa、20秒で加熱、加圧を施した。

【0028】初期状態での半導体素子5の発熱温度とヒートスプレッド面への伝達温度との温度差Δtの計測から熱伝導シート1自体の熱抵抗率を算出したところ、0.12 cm² K/Wであった。その後、冷熱衝撃試験

(125℃/−55℃、30分/30分、1サイクル)を1000サイクル実施し、再度 Δt を計測、熱抵抗率を算出したところ、 $0.13 \text{ cm}^2 \text{ K/W}$ であり、冷熱衝撃試験前後で変化がなかった。

【0029】(実施例2)金属箔2としての、縦20mm、横20mm、厚み35 μm の銅箔(三井金属工業製 Super HTE)の片面に、0.2mm四方、ピッチ0.4mm、深さ20 μm のハーフエッチング処理を施して四角柱状の金属凸状物3(バンプ)を形成した。また、この銅箔のもう一方の面にパターンはんだ(Pb/Sn共晶はんだ)メッキにより0.2mm四方、ピッチ0.4mm、高さ20 μm の四角柱状の金属凸状物3(凸状バンプ)を形成した。この処理により、金属箔2の全表面積の25%を金属凸状物3が占めることになった。この銅箔と実施例1と同様の放熱板6(ヒートスプレッド)および半導体素子5とを、ハーフエッチングにより形成したバンプと半導体素子5とが接するような向きで、図3のように接着した。接着する際、15mm四方、厚み10 μm のポリカルボジイミド樹脂4(熱軟化温度150℃)で作られた接着シートを半導体素子5と銅箔との間、および銅箔とヒートスプレッドとの間に挟みこんで、200℃、0.5MPa、20秒で加熱、加圧を施した。

【0030】その後、実施例1と同様に、半導体素子5とヒートスプレッドとの間の温度差 Δt を計測し、熱抵抗率を算出したところ $0.08 \text{ cm}^2 \text{ K/W}$ であった。また、実施例1と同様の冷熱衝撃試験を1000サイクル実施し、再度 Δt を計測し、熱抵抗率を算出したところ、 $0.09 \text{ cm}^2 \text{ K/W}$ であり、冷熱衝撃試験前後で変化がなかった。

【0031】(実施例3)実施例2においてバンプを形成した銅箔を、放熱板6としてのヒートスプレッド(銅製、表面に金メッキ処理、厚み1.5mm、20mm四方)と半導体素子5(実施例1と同じ寸法)との間に挿入し、235℃、0.5MPa、20秒で加熱、加圧して、ハーフエッチングにより形成したバンプと半導体素子とが接するような向きで接着した。このとき、実施例2と同様の接着シートを、半導体素子5と銅箔との間に挟みこんで接着し、ヒートスプレッドと銅箔との間は、接着シートなしでバンプとヒートスプレッドとを金属接合させた。

【0032】その後、実施例1と同様に、半導体素子5とヒートスプレッドとの間の温度差 Δt を計測し、熱抵抗率を算出したところ $0.05 \text{ cm}^2 \text{ K/W}$ であった。また、実施例1と同様の冷熱衝撃試験を1000サイクル実施し、再度 Δt を計測し、熱抵抗率を算出したところ、 $0.05 \text{ cm}^2 \text{ K/W}$ であり、冷熱衝撃試験前後で変化がなかった。

【0033】(実施例4)金属箔2としての、縦15mm、横15mm、厚み70 μm の圧延銅箔(日本製箔製

TCU-O-70)の片面に、直径0.47mm、ピッチ0.6mm、深さ30 μm のエッチング処理を施して円柱状の金属凸状物3(バンプ)を形成した。この銅箔のもう一方の面のこのバンプと同じ位置(真裏)には、前記同様の直径、ピッチの高さ100 μm のはんだバンプを形成した。この処理により、金属箔2の全表面積の49%を金属凸状物3が占めることになった。次いで、銅箔のうちエッチングによるバンプを形成した面に、熱可塑性樹脂であるポリカルボジイミド樹脂(熱軟化温度120℃、ペース濃度32%、トルエン希釈)を流し、スキジーで表面をかきとることで、バンプの間に埋め込んでから、120℃、1分間加温し、硬化させた。その後、平面精密研磨でバンプ表面を樹脂4から露出させて熱伝導シート1を得た。この熱伝導シート1を、放熱板6としてのヒートスプレッド(銅製、厚み1.5mm、20mm四方)と半導体素子5(実施例1と同じ寸法)との間に挿入し、240℃、0.5MPa、20秒で加熱圧着した。このとき、エッチングにより形成したバンプと半導体素子5とが接するような向きで接着した。ヒートスプレッドと銅箔(はんだバンプを形成した面)との間は、バンプとヒートスプレッドとを金属接合させた。

【0034】その後、実施例1と同様に、半導体素子5とヒートスプレッドとの間の温度差 Δt を計測し、接触抵抗を含めた熱抵抗率を算出したところ $0.12 \text{ cm}^2 \text{ K/W}$ であった。また、実施例1と同様の冷熱衝撃試験を1000サイクル実施し、再度 Δt を計測し、熱抵抗率を算出したところ、 $0.13 \text{ cm}^2 \text{ K/W}$ であり、冷熱衝撃試験前後で変化がなかった。

【0035】(実施例5)金属箔2としての、縦20mm、横20mm、厚み35 μm の圧延銅箔(日本製箔製TCU-O-35)の表裏両面に、スクリーン印刷によって、0.43mm四方、ピッチ0.6mm、高さ100 μm の四角柱状の金属凸状物3(Pb/Sn共晶はんだのバンプ)を形成した。バンプの位置は表裏で同位置とした。この処理により、金属箔2の全表面積の61%を金属凸状物3が占めることになった。金属箔2の片面には solderレジストを積層して、反対側の面にはポリカルボジイミド樹脂4(熱軟化温度150℃)で作られた厚み10 μm の接着シートを貼り合わせた。その後、平面精密研磨でバンプ表面を樹脂4から露出させることで熱伝導シート1を得た。この熱伝導シート1を、放熱板6としてのヒートスプレッド(銅製、厚み1.5mm、20mm四方)と半導体素子5(実施例1と同じ寸法)との間に挿入し、240℃、0.5MPa、20秒で加熱圧着した。このとき、接着シートを貼り合わせた面と半導体素子5とが接するような向きで接着した。このような接着により、はんだバンプは半導体素子面への追従性が向上する。ヒートスプレッドとはんだバンプとの間は金属接合させた。

【0036】その後、実施例1と同様に、半導体素子5とヒートスプレッダとの間の温度差 Δt を計測し、接触抵抗を含めた熱抵抗率を算出したところ $0.08 \text{ cm}^2 \text{ K/W}$ であった。また、実施例1と同様の冷熱衝撃試験を1000サイクル実施し、再度 Δt を計測し、熱抵抗率を算出したところ、 $0.09 \text{ cm}^2 \text{ K/W}$ であり、冷熱衝撃試験前後で変化がなかった。

【0037】(比較例1)市販されているシリコン樹脂に高熱伝導性フィラー(アルミナ)を体積比で70%充填した熱伝導シート(厚み 0.5 mm)を実施例1に示すように半導体素子とヒートスプレッダとの間に挟み込んだ。次いで、全体を 160°C 、 0.5 MPa 、3秒で加熱、加圧した。初期状態の半導体素子とヒートスプレッダとの間の温度差 Δt を測定し、熱抵抗率を求めると、 $1.5 \text{ cm}^2 \text{ K/W}$ 程度であった。当該熱伝導シートは、実施例1～3の熱伝導シートに比べ格段に熱伝導性が劣っていた。

【0038】(比較例2)市場で入手可能なシリコン樹脂に窒化珪素の超微粒子フィラーを重量比で80%充填した熱伝導性ペーストを半導体素子の反りに対応すべく、 0.1 mm 程度の厚みで塗布し、該ペーストを半導体素子とヒートスプレッダとの間に挟み込んだ。初期の状態の Δt を測定し、熱抵抗率を求めた結果 $0.15 \text{ cm}^2 \text{ K/W}$ 程度であった。その後、実施例1と同様の冷熱衝撃試験を1000サイクル実施したところ、ペーストが外部に流出しているのが観察された。また、再度 Δt を計測、熱抵抗率を算出したところ、熱抵抗は $0.6 \text{ cm}^2 \text{ K/W}$ 程度となっており、熱伝導性の劣化を示す結果となった。

【0039】

【発明の効果】本発明の熱伝導シート1は、(1)樹脂4と金属箔2とを有することに起因して半導体素子5の反り等の変形に追従し易くなり、(2)該樹脂4が加熱および/または加圧により接着機能を有することに起因して半導体素子5および放熱板6への接着性が向上し、*

* (3) 金属凸状物3の存在により熱を効率よく伝導し得て、(4) 上記金属箔2の存在により局所的に発生した熱を全面に広げることができる。したがって、本発明の熱伝導シート1は、上記(1)、(2)の作用により、大型の半導体素子5と接着する場合であっても該半導体素子5が割れ難いような低圧力で接着でき、かつ、

(3)、(4)の作用により、接着後は半導体素子5の作動時に発生する熱を効率的に放熱板6に伝導し得る。

また、本発明の好ましい態様においては、金属凸状物3と放熱板6とは金属接合し得るので、さらに接着性(接合性)および熱伝導性が向上し得る。このような熱伝導シート1を有する半導体装置7は、半導体素子5から発生する熱の問題を軽減し得る。従って、本発明に係る半導体装置7を用いることで、電子機器の回路設計の自由度が広がることが期待される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る熱伝導シートの一実施態様の概略を示す図である。(A)は、該シートの厚み方向を示す断面図であり、(B)、(C)はそれぞれ、(A)のIおよびIIの方向からの該シートの概略図である。

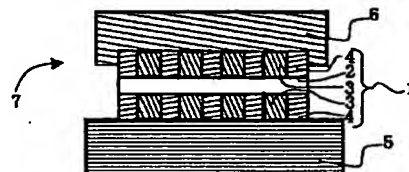
【図2】本発明に係る熱伝導シートの一実施態様の概略を示す図である。(A)は、該シートの厚み方向を示す断面図であり、(B)、(C)はそれぞれ、(A)のIおよびIIの方向からの該シートの概略図である。

【図3】本発明に係る半導体装置の概略を示す図である。

【符号の説明】

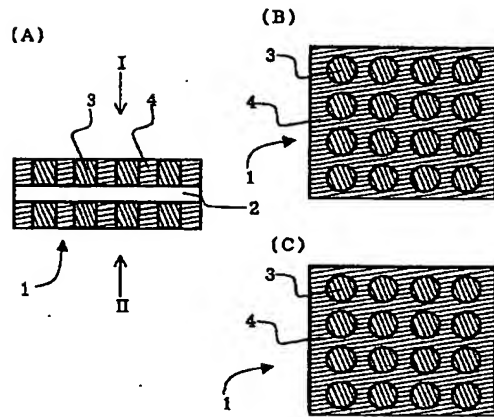
- 1 熱伝導シート
- 2 金属箔
- 3 金属凸状物
- 4 樹脂
- 5 半導体素子
- 6 放熱板
- 7 半導体装置

【図3】

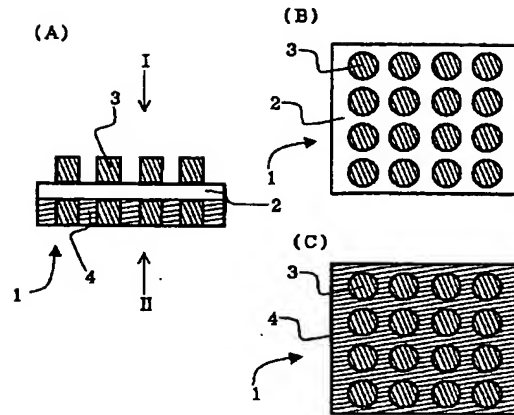


- 1 熱伝導シート
- 2 金属箔
- 3 金属凸状物
- 4 樹脂
- 5 半導体素子
- 6 放熱板
- 7 半導体装置

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 堀田 祐治
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

Fターム(参考) 5F036 AA01 BA04 BB21 BD21